



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10234194 A**

(43) Date of publication of application: 02.09.98

(51) Int. Cl. H02N 11/00  
F02G 5/02  
F02G 5/04

(21) Application number: 09035783

(22) Date of filing: 20.02.97

(71) Applicant: CALSONIC CORP NISSAN  
MOTOR CO LTD

(72) Inventor: AMADA KATSUMI  
YOSHIDA HIROYUKI  
SHINOHARA KAZUHIKO  
KUSHIBIKI KEIKO

**(54) WASTE-HEAT POWER GENERATION APPARATUS**

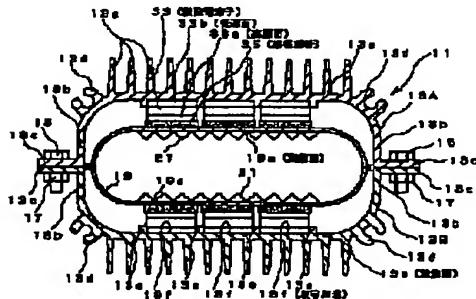
(57) Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a waste-heat power generation apparatus which collects the waste heat of an exhaust gas, so as to be converted into electric power, in which a large temperature gradient can act surely on a thermal power generation element by a simple structure and whose thermal power generation efficiency can be enhanced more sharply than that in conventional cases.

**SOLUTION:** A waste-heat power generation apparatus is provided with a flat-shaped inner tube 19, in which a heat-gathering face 19a is formed at least on one face and in which an exhaust gas flows into the inside from an exhaust pipe, with an outer pipe 11 in which the inner pipe 19 is housed at the inside by keeping a gap and in which a heat-dissipating face 13a which faces the heat-gathering face 19a at the inner pipe 19 is formed and with thermal power generation elements 33 which are arranged between the heat-gathering face 19a at the inner pipe 19 and the heat-dissipating face 13a at the outer pipe 11. The outer pipe 11 is featured such that it is formed to be a flat shape, that housing recessed grooves 13f in which the thermal power generation elements 33 are housed are formed integrally at the

inside of the heat-dissipating face 13a and that heat-dissipating fins 13g are formed integrally at the inside of the heat-dissipating face 13a.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁(JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-234194

(43) 公開日 平成10年(1998)9月2日

(51) Int. C1.6

H 02 N 11/00  
F 02 G 5/02  
5/04

識別記号

F I

H 02 N 11/00  
F 02 G 5/02  
5/04

A  
A  
L

審査請求 未請求 請求項の数 7

OL

(全10頁)

(21) 出願番号

特願平9-35783

(22) 出願日

平成9年(1997)2月20日

(71) 出願人 000004765

カルソニック株式会社

東京都中野区南台5丁目24番15号

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 天田 克己

東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソニック株式会社内

(72) 発明者 吉田 宏行

東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソニック株式会社内

(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺 (外1名)

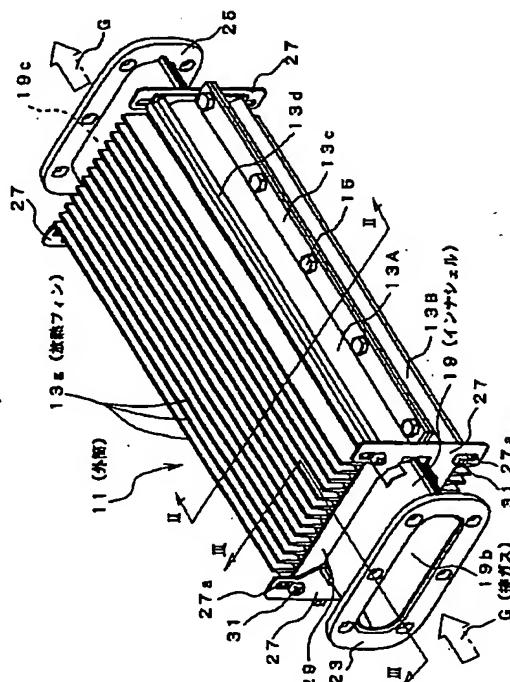
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排熱発電装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、排ガスの排熱を回収して電力に変換するための排熱発電装置に関し、熱発電素子に簡易な構造で大きな温度勾配を確実に作用させることができ、熱発電効率を従来よりも大幅に向上することを目的とする。

【解決手段】 少なくとも一面に集熱面19aが形成され、内部に排気管から排ガスGが流入される扁平形状の内筒19と、内部に内筒19が間隔を置いて収容され、内筒19の集熱面19aに対向する放熱面13aが形成される外筒11と、内筒19の集熱面19aと外筒11の放熱面13aとの間に配置される熱発電素子33とを備え、外筒11は、扁平形状に形成されると共に、放熱面13aの内側に熱発電素子33が収容される収容凹溝13fが一体形成され、放熱面13aの外側に放熱フィン13gが一体形成されていることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に排ガス (G) が流れる排気管と、少なくとも一面に集熱面 (19a) が形成され、内部に前記排気管から前記排ガス (G) が流入される扁平形状の内筒 (19) と、  
内部に前記内筒 (19) が間隔を置いて収容され、前記内筒 (19) の前記集熱面 (19a) に対向する放熱面 (13a) が形成される外筒 (11) と、  
前記内筒 (19) の前記集熱面 (19a) と前記外筒 (11) の前記放熱面 (13a) との間に配置され、高温端面 (33a) が前記集熱面 (19a) の外側に密着され低温端面 (33b) が前記放熱面 (13a) の内側に密着される熱電変換モジュール (33) とを備え、  
前記外筒 (11) は、扁平形状に形成されるとともに、前記放熱面 (13a) の内側に前記熱電変換モジュール (33) が収容される収容凹溝 (13f) が一体形成され、前記放熱面 (13a) の外側に前記放熱フィン (13g) が一体形成されていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項2】 請求項1記載の排熱発電装置において、前記外筒 (11) は、アルミニウム材の押出し成形により前記収容凹溝 (13f) および放熱フィン (13g) が同時に一体成形された一体成形体からなることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の排熱発電装置において、

前記熱電変換モジュール (33) の前記高温端面 (33a) と前記内筒 (19) の前記集熱面 (19a) との間、または、前記熱電変換モジュール (33) の前記低温端面 (33b) と前記外筒 (11) の前記放熱面 (13a) との間の少なくともいずれか一方に、伝熱材からなる緩衝部材 (35, 41) を配置してなることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の排熱発電装置において、

前記内筒 (19) の外周面と前記外筒 (11) の内周面との間で、熱電変換モジュール (33) 以外の空間に断熱材 (43) を収容してなることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれか1項記載の排熱発電装置において、

前記外筒 (11) は、前記放熱面 (13a) が対向する方向に分割されていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の排熱発電装置において、

前記内筒 (19) の前記集熱面 (19a) の内側には、集熱フィン (21) が設けられていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項記載の排熱発電装置において、

前記内筒 (19) は、自動車のエンジンの排気管に接続されるとともに、前記外筒 (11) の前記放熱フィン (13g) は、自動車の走行方向に沿うように介装されてなることを特徴とする排熱発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車のエンジン等から排出される排ガスの排熱を回収して電力に変換するための排熱発電装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、高温の排ガスを排出する自動車、工場等では、エンジン、炉等から排出される排ガスの排熱から熱エネルギーを回収して電力に変換するために、例えば、特開昭61-254082号公報、特開昭63-262075号公報、特開平7-307493号公報に開示される排熱発電装置が広く用いられている。

【0003】 図6は、特開昭63-262075号公報に開示される排熱発電装置を示すもので、この排熱発電装置では、自動車のエンジンから排出される排ガスが流れる排気管1に箱形状の吸熱筒2が介装されている。

【0004】 吸熱筒2には、対向する平面が形成されている。これ等の平面には、熱電変換モジュール3が対向して配置されており、熱電変換モジュール3の高温端面と吸熱筒2の平面とが接合されている。そして、熱電変換モジュール3の低温端面側には、内部に冷却水が環流される冷却ジャケット4が対向して配置されており、熱電変換モジュール3の低温端面と冷却ジャケット4の冷却面とが接合されている。

【0005】 上述した排熱発電装置では、排気管1から流入された排ガスの高温の排熱が吸熱筒2の平面を介して熱電変換モジュール3の高温端面に伝導される。また、同時に熱電変換モジュール3の低温端面は、冷却ジャケット4内を環流される低温の冷却水により冷却される。そして、熱電変換モジュール3の高温端面と低温端面との間に生じた温度勾配に応じて熱起電力が発生し（ゼーベック効果）発電されるため、排ガスの排熱から熱エネルギーを回収して電力に変換することができ、エネルギーを有効に利用することができる。

【0006】 図7は、特開昭61-254082号公報に開示される排熱発電装置を示すもので、この排熱発電装置では、自動車のエンジンから排出される排ガスが流れる排気管5に横断面円形状の内筒6が介装されている。この内筒6の外側には、横断面円形状の外筒7が配置されており、内筒6と外筒7とは、間隔を置いて同心状に配置されている。

【0007】 内筒6の外周面と外筒7の内周面との間に複数の熱電変換素子8が円環状に配置されている。これ等の熱電変換素子8は、高温端面が内筒6側に対向し、低温端面が外筒7側に対向して配置されている。上述した排熱発電装置では、排気管5から流入された排ガ

スの高温の排熱が内筒6を介して熱電変換素子8の高温端面に伝導され、低温端面の熱が外筒7を介して外側に放熱される。

【0008】そして、熱電変換素子8の低温端面と高温端面との間に生じた温度勾配に応じて熱起電力が発生し発電されるため、排ガスの排熱から熱エネルギーを回収して電力に変換することができ、エネルギーを有效地に利用することができる。さらに、特開平7-307493号公報には、横断面円形状の内筒と外筒の間に、形状を工夫した熱電変換素子を巻装した熱電変換装置が開示されている。この熱電変換装置では、熱電変換素子の特殊形状により、内筒と外筒の温度差による熱変形に強く、内筒と熱電変換素子あるいは熱電変換素子と外筒の熱接触性が良好である。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した特開昭63-262075号公報に開示される排熱発電装置では、冷却ジャケット4内を環流される低温の冷却水により熱電変換モジュール3の低温端面を冷却しているため、冷却水を冷却するための冷却装置を別体で配置する必要があり、広大な配置空間を必要とし、多大な製造工程を必要とするという問題があった。

【0010】また、冷却ジャケット4内を環流される冷却水により熱電変換モジュール3の低温端面を冷却しているため、多量の冷却水を必要とし、重量が重くなるという問題があった。さらに、冷却ジャケット4内を環流される冷却水により熱電変換モジュール3の低温端面を冷却しているため、冷却水の量、品質、漏れ等を定期的に点検する必要があり、保守作業、点検作業に多大な工数を必要とするという問題があった。

【0011】さらにまた、熱電変換モジュール3上に冷却ジャケット4を設置した構成になっているので、排熱発電装置の機械的振動や、排ガスの温度変動に伴う熱変形の変動に対し、熱電変換モジュール3部分に負荷がかかって破損しやすいという問題があった。

【0012】また、上述した特開昭61-254082号公報に開示される排熱発電装置では、排ガスの排熱を横断面円形状の内筒6を介して熱電変換素子8の高温端面に伝導しているため、内筒6の中心部を流れる排ガスが流入された状態のまま流出され、中心部を流れる排ガスの排熱を回収することができず、熱電変換素子8の熱発電効率が悪いという問題があった。

【0013】さらに、内筒6の外周に配置した放熱フィンがない外筒7によって熱電変換素子8の低温端面の熱を外側に放熱しているため、放熱性が悪く、熱電変換素子8の低温端面を充分に冷却することができず、熱電変換素子8の熱発電効率が悪いという問題があった。また、同心状に配置される内筒6と外筒7との間に、熱電変換素子8が円環状に配置されているため、熱電変換素子8の高温端面の表面積が低温端面の表面積よりも極度

に小さく、排ガスの排熱の回収効率が悪いという問題があつた。

【0014】さらに、円形曲面の内筒6と外筒7の両壁面に熱電変換素子8を熱接触よく設置するためには、熱電変換素子8の両端の加工に高い精度が要求されるという問題があつた。また、数百以上の熱電変換素子8と電極からなるモジュールを直接内筒6と外筒7の間に組み立てながら、排熱発電装置を組み立てる必要があり、製造工程が煩雑であるという問題があつた。

【0015】また、上述した特開平7-307493号公報に開示の構成においても同様に、熱電変換素子を特殊な形状に高い加工精度で加工する必要があるが、半導体の焼結体からなる熱電変換素子を、クラックや欠けなく複雑な形状に、大量に加工するのは困難であるという問題があつた。本発明は、かかる従来の問題を解決するためになされたもので、その目的は、内燃機関あるいはその他燃焼の排ガスで高温端面を加熱し、低温端面を空冷する排熱発電装置において、排ガスからの集熱効率を良好にすることにより発電出力が大きく、かつコンパクトな排熱発電装置を提供することにある。

【0016】本発明の別の目的は、汎用性が高い立方体形状の熱電変換モジュールを使用して、内筒、熱電変換モジュール、外筒の熱伝達性のバラツキを抑えて良好にすることにより、製造容易で簡易な構造で、発電出力が大きくできる排熱発電装置を提供することにある。本発明のまた別の目的は、熱的機械的振動による電気的接合部の破損や、熱変形による熱伝達効率低下と熱電変換モジュールの破損に伴う発電出力の低下が少ない排熱発電装置を提供することにある。

【0017】本発明のさらに別の目的は、複数のモジュールを組み付ける組立作業の工数を低減することを可能にする排熱発電装置を提供することにある。本発明のさらにまた別の目的は、自動車エンジンの排ガスの排熱を回収して発電する車載用の熱発電装置に使用することができるコンパクトで信頼性が高い装置で、走行風により空冷できる排熱発電装置を提供することにある。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の排熱発電装置は、内部に排ガスが流れる排気管と、少なくとも一面に集熱面が形成され、内部に前記排気管から前記排ガスが流入される扁平形状の内筒と、内部に前記内筒が間隔を置いて収容され、前記内筒の前記集熱面に対向する放熱面が形成される外筒と、前記内筒の前記集熱面と前記外筒の前記放熱面との間に配置され、高温端面が前記集熱面の外側に密着され低温端面が前記放熱面の内側に密着される熱電変換モジュールとを備え、前記外筒は、扁平形状に形成されるとともに、前記放熱面の内側に前記熱電変換モジュールが収容される収容凹溝が一体形成され、前記放熱面の外側に前記放熱フィンが一体形成されていることを特徴とする。

【0019】請求項2記載の排熱発電装置は、請求項1記載の排熱発電装置において、前記外筒は、アルミニウム材の押出し成形により前記収容凹溝および放熱フィンが同時に一体成形された一体成形体からなることを特徴とする。

【0020】請求項3記載の排熱発電装置は、請求項1または請求項2記載の排熱発電装置において、前記熱電変換モジュールの前記高温端面と前記内筒の前記集熱面との間、または、前記熱電変換モジュールの前記低温端面と前記外筒の前記放熱面との間の少なくともいずれか一方に、伝熱材からなる緩衝部材を配置してなることを特徴とする。請求項4記載の排熱発電装置は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の排熱発電装置において、前記内筒の外周面と前記外筒の内周面との間で、熱電変換モジュール以外の空間に断熱材を収容してなることを特徴とする。

【0021】請求項5記載の排熱発電装置は、請求項1ないし請求項4のいずれか1項記載の排熱発電装置において、前記外筒は、前記放熱面が対向する方向に分割されていることを特徴とする。請求項6記載の排熱発電装置は、請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の排熱発電装置において、前記内筒の前記集熱面の内側には、集熱フィンが設けられていることを特徴とする。

【0022】請求項7記載の排熱発電装置は、請求項1ないし請求項6のいずれか1項記載の排熱発電装置において、前記内筒は、自動車のエンジンの排気管に接続されるとともに、前記外筒の前記放熱フィンは、自動車の走行方向に沿うように介装されてなることを特徴とする。

【0023】(作用)請求項1記載の排熱発電装置では、排気管から内筒に流入された排ガスが集熱面に沿って拡散された後、排ガスの排熱が内筒の集熱面を介して熱電変換モジュールの高温端面に伝導され、熱電変換モジュールの高温端面が加熱される。

【0024】また、同時に熱電変換モジュールの低温端面の熱が外筒の放熱面を介して、一体形成された放熱フィンから外筒の外側に放熱され、熱電変換モジュールの低温端面が冷却される。

【0025】そして、熱電変換モジュールの高温端面と低温端面との間に生じた温度勾配に応じて、熱起電力が発生して発電される。請求項2記載の排熱発電装置では、熱電変換モジュールの電気的接続部分の保護が容易となるとともに、熱電変換モジュールの低温端面の熱が外筒の放熱面を介して、一体形成された放熱フィンから外筒の外側に放熱され、熱電変換モジュールの低温端面が冷却される。

【0026】請求項3記載の排熱発電装置では、熱電変換モジュールの低温端面と外筒の放熱面との間、または、熱電変換モジュールの高温端面と内筒の集熱面との間に配置される緩衝部材により、熱電変換モジュールの

高温端面が内筒の集熱面の外側、または、熱電変換モジュールの低温端面が外筒の放熱面の内側に押圧される。請求項4記載の排熱発電装置では、内筒と外筒の間で、熱電変換モジュール以外の空間に断熱材を充填することにより、内筒から外筒へ熱電変換モジュールを通過して熱伝達する比率を向上させ、発電出力を増加することができる。

【0027】請求項5記載の排熱発電装置では、放熱面が対向する方向に外筒が分割される。請求項6記載の排熱発電装置では、熱電変換モジュールの高温端面と低温端面との間に作用する温度勾配を確実に大きくすることができ、熱電変換モジュールの熱起電力を確実に大きくすることができる。請求項7記載の排熱発電装置では、自動車のエンジンの排気管に、外筒の放熱フィンが自動車の走行方向に沿うように内筒が介装され、放熱フィンに走行風が吹き付けられる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の詳細を図面に示す実施形態について説明する。図1ないし図3は、本発明の排熱発電装置の一実施形態(請求項1ないし請求項3、請求項5ないし請求項7に対応)を示しており、図において符号111は、横断面形状が矩形扁平形状に形成される外筒を示している。

【0029】外筒111は、長手方向に分割されており、開口側が対向して配置される横断面形状がコ字形状のアッパアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとを有している(請求項5に対応)。この実施形態では、アッパアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bは、アルミニウム材の押出し成形により同一形状に形成されている(請求項2に対応)。

【0030】これ等のアッパアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとは、図2に示すように、矩形状の放熱面13aを有している。放熱面13aの両端部には、放熱面13aと直角に同一方向に突出する側面13bが形成されている。これ等の側面13bの先端には、放熱面13aと平行に外側に突出するボルト固定リブ13cが一体形成されている。

【0031】また、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの両角部には、内周面形状が円弧形状のビス取付リブ13dが一体形成されている。そして、この実施形態では、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aの内側に、開口側に突出する4本の案内リブ13eが等間隔を置いて形成されており、案内リブ13eの両側面と放熱面13aとに囲まれる収容凹溝13fが一体形成されている(請求項2に対応)。

【0032】この収容凹溝13fの放熱面13aの表面は、押出し成形の後に切削加工により仕上加工が施されており、表面粗さが平滑に形成されている。アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13

a の外側には、開口側と反対側に突出する複数の放熱フィン13gが一体形成されている（請求項2に対応）。

【0033】そして、アッパアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとは、収容凹溝13fに後述する熱電変換モジュール33を収容し、後述するインナシェル19を収容した後、ボルト固定リブ13cに複数形成されるボルト挿通穴（図示せず）に、アッパアウタシェル13A側からボルト15を挿通し、ロアアウタシェル13B側からナット17をボルト15に螺合することにより固定される。

【0034】また、この実施形態では、外筒11の内側に、図1および図2に示すように、ステンレス鋼板からなり、横断面形状が梢円扁平形状のインナシェル（内筒）19が間隔を置いて収容されている。インナシェル19は、自動車のエンジンの排気管（図示せず）に接続されるとともに、外筒11の放熱フィン13gは自動車の走行方向に沿うように介装されており（請求項7に対応）、この実施形態では、インナシェル19の短径寸法は、排気管の直径寸法とほぼ同一寸法とされている。

【0035】そして、インナシェル19と排気管との接続は、長径方向に拡径したディフューザ（図示せず）を介してなされている。インナシェル19は、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aと間隔を置いて平行に形成される集熱面19aを有している。集熱面19aの内側には、図2および図3に示すように、ステンレス鋼板からなる蛇腹形状の集熱フィン21が長手方向に間隔を置いて複数配置されており、ろう付けにより集熱面19aに接合されている（請求項6に対応）。

【0036】インナシェル19は、排ガスGの流入側に排ガス流入口19bを有し、流出側に排ガス流出口19cを有している。この実施形態では、インナシェル19の排ガス流入口19b側に配置される集熱フィン21の外側先端は、図3に示すように、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの端面よりも外側に延在されている。

【0037】インナシェル19の排ガス流入口19bの外周には、梢円環形状の流入側排気管取付フランジ23が嵌合され、全周溶接によりインナシェル19に固定されている。

【0038】さらに、排ガス流出口19cの外周には、梢円環形状の流出側排気管取付フランジ25が嵌合され、全周溶接によりインナシェル19に固定されている。また、インナシェル19の外側面には、図1および図3に示すように、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの両端面の近傍に、1対のアウタシェル固定板27が対向して配置されており、インナシェル19に溶接により固定されている。

【0039】アウタシェル固定板27には、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bのビス取付リ

ブ13dの位置に対応する位置に、長穴形状のビス挿通穴27aが形成されている。アウタシェル固定板27とアッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの両端面との間には、インナシェル19側の端面形状がインナシェル19の外周面形状に対応する一対のブラケット29が挟持されている。

【0040】インナシェル19とアッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bとは、アウタシェル固定板27のビス挿通穴27aを挿通するビス31をビス取付リブ13dに螺合することにより固定されている。すなわち、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aとインナシェル19の集熱面19aとの間の空間は、ブラケット29により閉塞されている。

【0041】そして、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aとインナシェル19の集熱面19aとの間には、図2に示すように、熱電変換モジュール33が複数配置されている。熱電変換モジュール33は、高温端面33aが放熱面13aに対向するように収容凹溝13fに収容されており、この実施形態では、60個の熱電変換モジュール33が収容されている。

【0042】熱電変換モジュール33は、低温端面33bに発電電力を取り出す出力端子が取り付けられ、一列の収容凹溝13fに設置された10個の熱電変換モジュール33が、電気的に直列に接続されて、熱電変換モジュール33群を形成している。この熱電変換モジュール33群を、所望の発電電力や排ガス、空冷風の運転状況に応じて、電気的に直列あるいは並列に接続することができる。

【0043】ここで使用される熱電変換モジュール33は、p型半導体とn型半導体からなる複数の熱電素子対が、熱的には並列に、電気的には素子対の両端に形成された電極を介して直列に接合された熱電素子の集合体である。この熱電変換モジュール33は、使用される環境や半導体の特性に応じて、熱電変換モジュール33内の熱電素子の間の空隙が断熱絶縁性物質で埋められた構成をとることもできる。

【0044】この熱電変換モジュール33は、電極が形成された高温端面33aと低温端面33bが平行平面である立方体型の熱電変換モジュールが用いられている。これは汎用性が高く、大量生産に適する特徴がある。また、熱電変換モジュール33とインナシェル19あるいは外筒11との電気的絶縁は、電極が形成された熱電変換モジュール33の両端面上に絶縁性層を設けることによつてもできるし、またインナシェル19あるいは外筒11の少なくとも熱電変換モジュール33が接触する表面を絶縁処理することもできる。

【0045】インナシェル19の集熱面19aと熱電変換モジュール33の高温端面33aとの間には、緩衝部

材35が挟持されている（請求項3に対応）。この緩衝部材35は、熱伝達性に優れるとともに適度な柔軟性を有する部材で、インナシェル19の集熱面19aに熱電変換モジュール33を押圧し、機械的振動を緩衝する機能を有するとともに、急激な排ガスの温度変化や流量変化に伴うインナシェル19の温度変化が、熱電変換モジュール33の高温端部33aに与える熱衝撃を緩衝する機能を有する。

【0046】この緩衝部材35としては、例えば、ステンレスなどの金属ワイヤをメッシュ状に編み込んだ金属織布を、積層ないし折り畳んで重畠した緩衝部材や、波板形状の金属板、金属コイルなど使用することができる。上述した排熱発電装置では、排気管からインナシェル19の排ガス流入口19bに流入された排ガスGが集熱面19aに沿って拡散された後、排ガスGの排熱がインナシェル19の集熱フィン21により集熱され、この排熱が集熱面19aを介して熱電変換モジュール33の高温端面33aに伝導され、熱電変換モジュール33の高温端面33aが加熱される。

【0047】また、同時に熱電変換モジュール33の低温端面33bの熱がアッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aを介して、走行風が吹き付けられる放熱フィン13gから外筒11の外側に放熱され、熱電変換モジュール33の低温端面33bが冷却される。そして、熱電変換モジュール33の高温端面33aと低温端面33bとの間に生じた温度勾配に応じて、熱電変換モジュール33に熱起電力が発生して発電される。

【0048】また、熱電変換モジュール33の高温端面33aとインナシェル19の集熱面19aとの間に挟持される緩衝部材35の弾性力により、熱電変換モジュール33の低温端面33bがアッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aの内側に押圧され密着される。以上のように構成された排熱発電装置では、アッパアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとからなる外筒11の内部に、内部に排気管から排ガスGが流入される梢円扁平形状のインナシェル19を間隔を置いて収容し、インナシェル19の集熱面19aと外筒11の放熱面13aとの間に、高温端面33aが緩衝部材35を挟持して集熱面19aに密着され、低温端面33bが放熱面13aの内側に密着される熱電変換モジュール33を配置し、また電気的直列に接続される複数の熱電変換モジュール33を、熱電変換モジュール33内あるいは熱電変換モジュール33間の電気的接続部分が保護できる深さの収容凹溝13fに収容して配置したので、簡易な構造で、インナシェル19に流入した排ガスGが集熱面19aに沿って拡散し、熱電変換モジュール33に大きな温度勾配を確実に作用させることができるとともに、押圧力のバラツキがなく数多い熱電変換モジュール33を配置することができ、熱電発電効率を

従来よりも大幅に向上することができる。さらに、簡易な構造で、熱的機械的振動に対して、熱電変換モジュール33内あるいは熱電変換モジュール33間の電気的接続部を保護する効果を向上することができ、排熱発電装置の耐久性が向上するとともに、排ガスや冷却風の運転状態の制御精度を緩やかにできる効果がある。

【0049】また、熱電変換モジュール33の高温端面33aとインナシェル19の集熱面19aとの間に緩衝部材35を配置したので、熱電変換モジュール33の低温端面33bをアッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aの内側に確実に密着させることができ、熱の伝導効率を確実に向上することができる。

【0050】さらに、熱電変換モジュール33の高温端面33aとインナシェル19の集熱面19aとの間に緩衝部材35を配置したので、インナシェル19と外筒11との間に生じる熱変形を確実に緩衝することができ、また、排ガスの温度や流量変化が、熱電変換モジュール33の高温端面33aに与える熱衝撃を緩衝することができ、熱電変換モジュール33の破損を確実に防止することができる。

【0051】また、上述した排熱発電装置では、横断面形状がコ字形状のアッパアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとを開口側が対向するように配置して外筒11を形成し、この外筒11の内側に形成される収容凹溝13fに熱電変換モジュール33を収容した後、インナシェル19を収容するようにしたので、複数の熱電変換モジュール33を外筒11とインナシェル19との間に容易に配置することができ、組立作業の工数を確実に低減することができる。

【0052】また、熱電変換モジュール33以外の空間を通過して、インナシェル19から外筒11に熱が流れるのを防止する目的や発電出力を取り出すための電気配線や電気的接点などの部材をインナシェル19の高温から保護する目的で、断熱材を設置する場合、外筒11を分割し、収容凹溝13fを形成して熱電変換モジュール33を設置しやすくしたことにより、断熱体の材料や形状を選択する自由度が増え、組立作業の工数を確実に低減することができる。

【0053】さらに、インナシェル19を自動車のエンジンの排気管に、外筒11の放熱フィン13gが自動車の走行方向に沿うように介装したので、放熱フィン13gに吹き付けられる走行風により確実に放熱することができる。また、インナシェル19の集熱面19aの内側に集熱フィン21を接合し、外筒11の放熱面13aの外側に放熱フィン13gを一体形成したので、熱電変換モジュール33の高温端面33aと低温端面33bとの間に作用する温度勾配を確実に大きくすることができ、熱電変換モジュール33の熱起電力を確実に大きくすることができる。

【0054】また、上述した実施形態では、アッパアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとからなる外筒11をアルミニウム材の押出し成形により矩形形状に形成し、放熱面13aの内側に熱電変換モジュール33が収容される収容凹溝13fを一体形成し、放熱面13aの外側に放熱フィン13gを一体形成したので、熱電変換モジュール33を外筒11に容易に組み付けることができ、熱電変換モジュール33の低温端面33bの熱を放熱フィン13gから外筒11の外側に効率良く放熱することができる。

【0055】さらに、インナシェル19と集熱フィン21とをステンレス鋼板により形成したので、排ガスGによる腐蝕を確実に防止することができる。また、上述した実施形態では、インナシェル19の排ガス流入口19b側に配置される集熱フィン21の外側先端を、図3に示したように、アッパアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの端面よりも外側に延在したので、外筒11の外側に露出するインナシェル19の外周面からの冷気が、熱電変換モジュール33の高温端面33aの排ガス流入口19b側に伝導するのを防止することができ、熱電変換モジュール33の高温端面33aに均一に排熱を伝導することができる。

【0056】さらに、上述した実施形態では、外筒11に設けられた収容凹溝13fに沿って、インナシェル19と外筒11の間に、数十～数百個の熱電変換モジュール33を設置することができる。一般に、この種の排熱発電装置においては、所望の発電出力あるいは排ガス温度や流量、冷却風の状態などに応じて、複数の熱電変換モジュール33を直列あるいは並列に接続する。

【0057】ところが、この場合、インナシェル19と外筒11との熱接触性にバラツキが生じると、個々熱電変換モジュール33に生じる温度勾配にバラッキが生じる。特に、電気的に直列に接続された複数の熱電変換モジュール33の中で、温度勾配のバラッキがある場合は、熱接触性が良好な熱電変換モジュール33で発電した電力を、熱接触が悪い熱電変換モジュール33内で消費してしまう現象が生じるため、排熱発電装置全体の発電出力としては、大きく損失する問題がある。

【0058】そこで、熱電変換モジュール33を均等に押圧するために、単純にインナシェル19と外筒11の締付力を増加しただけでは、熱電変換モジュール33の設置数が多い場合は、外筒11に歪みが発生して、締付ネジ部から遠い部分では却って熱接触性が低下したり、熱電変換モジュール33が破損してしまうことが多い。一方、インナシェル19と外筒11の締結ネジ数を増加させる構成では、最高で800℃にまで熱せられる可能性があるインナシェル19にネジ加工を多数施すこととなり、熱変形に伴う破壊を誘発しやすく、困難である。

【0059】また、インナシェル19内部からインナシェル19と外筒11の間に高温の排ガスが漏れる危険性

がある構成では、高い温度差をつける点からも、排熱発電装置の耐久性の点からも望ましくない。

【0060】このような条件下において、本実施形態の排熱発電装置では、偏平形状のインナシェル19と偏平形状で収容凹溝13fと放熱フィン13gが一体成形された外筒11の間に熱電変換モジュール33を設置することによって、上述した問題点を解決した。すなわち、外筒11は、偏平形状で収容凹溝13fがあることにより、締付による歪みを防止し、多数の熱電変換モジュール33を押圧する力を均等に設置することができる。

【0061】また、熱衝撃や機械的振動に対する熱電変換モジュール33の設置位置のずれを防止し、熱電変換モジュール33内あるいは熱電変換モジュール33間の電気接続部などの破損を防止することができる。さらに、製造時に多数の熱電変換モジュール33を外筒11の収容凹溝13fに収容した後、インナシェル19を設置することができるので、組立工程の工数を簡略化することができる。

【0062】また、インナシェル19および外筒11の偏平形状は、熱電変換モジュール33の両端面が接触することができる平坦部を有する形状で、設置される熱電変換モジュール33の数、熱電変換モジュール33の両端面の面積やサイズ、熱電変換モジュール33の配列パターンに依存する。熱電変換モジュール33が接触する平坦部は横断面において複数面形成することができるが、組立容易性や、熱電変換モジュール33の押圧の均一性、排ガスからインナシェル19への熱伝達効率の点から、対向する二面とすることができる。

【0063】一方、収容凹溝13fは、1つ以上の熱電変換モジュール33が設置できる溝であり、電気的に直列に接続される熱電変換モジュール33群を一列として、一本の溝内に設置すると、熱電変換モジュール33間の電気的接続が容易で好ましい。収容凹溝13fの方向は、排熱発電装置の設計や所望する発電出力、排ガスや空冷風の状態に応じて、排ガス方向に対して平行方向でも、垂直方向でもとどることができる。

【0064】収容凹溝13fの深さは、深い程組立作業性が向上するが、インナシェル19の溝以外の部分と外筒11との距離が近くなるため、インナシェル19から外筒11へ熱電変換モジュール33以外の部分を熱伝達する割合が増加することによって、発電出力が低下する。しかし、浅すぎる場合は、組立作業性が悪くなると同時に、熱電変換モジュール33内あるいは熱電変換モジュール33間の電気的接続部分に、排熱発電装置の組立時や発電時の熱的や機械的振動の負荷がかかることによって、破損や断線する不具合を防止する効果が小さくなる。排熱発電装置においては、一箇所電気的断線が生じれば、電気的直列に接続した熱電変換モジュール33群は発電不能となり、排熱発電装置全体の発電出力が大きく低下するので、電気的接続部の保護は重要な課題で

ある。一般的な熱電変換モジュールの端部の構成は、熱電素子上に電極層が電気的に接合され、さらにその上に必要に応じて絶縁層が形成されている。最適な収容凹溝13fの深さは、熱電変換モジュール33の構成形状や、低温端側の緩衝材の有無、外筒11の厚み、放熱フィン13gの形状などに依存するが、熱電変換モジュール33設置時に、熱電変換モジュール33の低温端面33bの表面から熱電素子端部の一部までが収容凹溝13f内に収容される深さが望ましい。具体的には0.3~5mmが好ましい。

【0065】なお、上述した実施形態では、熱電変換モジュール33の高温端面33aとインナシェル19の集熱面19aとの間に緩衝部材35を配置した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、図4に示すように、熱電変換モジュール33の低温端面33bと外筒11の放熱面13aとの間に緩衝部材41を配置することもできる。この緩衝部材41としては、シリコーン系ゴムやシリコーン系ゲルを使用することができる（請求項3に対応）。

【0066】さらに、上述した実施形態では、外筒11の放熱面13aとインナシェル19の集熱面19aとの間の空間をプラケット29により閉塞し、インナシェル19の内側と外筒11の外側とを空気により断熱した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、図5に示すように、インナシェル19の集熱面19aを除く内周面と外筒11の放熱面13aを除く外周面との間に断熱材43を収容することもできる（請求項4に対応）。

【0067】この断熱材43としては、耐熱性が高く、絶縁性で断熱性の高い材料が好ましく、例えばガラスやセラミックスの綿、フェルト、ビーズ、煉瓦状ブロックなどを使用することができる。この場合には、インナシェル19の内側と外筒11の外側とを確実に断熱することができ、排ガスGの熱エネルギーを確実に有効利用することができる。

【0068】また、上述した実施形態では、インナシェル19をエンジンの排気管に介装し、自動車のエンジンから排出される排ガスGの排熱を回収して発電した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、工場の炉等から排出される排ガスの排熱を回収して発電することもできる。

【0069】

【発明の効果】以上述べたように、請求項1記載の排熱発電装置では、少なくとも一面に集熱面が形成される扁平形状の内筒を、内筒の集熱面に対向する放熱面の外側に放熱フィンが一体形成される扁平形状の外筒に収容し、内筒の集熱面と外筒の放熱面との間に、高温端面が集熱面の外側に密着され低温端面が放熱面の内側に密着される熱電変換モジュールを配置したので、内筒に流入した排ガスが集熱面に沿って拡散し、大きな温度勾配を

確実に作用させることができ、熱発電効率を従来よりも大幅に向上することができる。

【0070】また、偏平形状の内筒と偏平形状で収容凹溝と放熱フィンが一体成形された外筒の間に熱電変換モジュールを設置したので、結付による歪みを防止し、多数の熱電変換モジュールを押圧する力を均等に設置することができ、熱衝撃や機械的振動に対する熱電変換モジュールの設置位置のずれを防止し、熱電変換モジュール内あるいは熱電変換モジュール間の電気接続部などの破損を防止することができる。

【0071】さらに、製造時に多数の熱電変換モジュールを外筒の収容凹溝に収容した後、内筒を設置することができるので、組立工程の工数を簡略化することができる。請求項2記載の排熱発電装置では、アルミニウム材の押出し成形により収容凹溝および放熱フィンが同時に一体成形された一体成形体を用いるので、製造が容易であるとともに、熱伝導性の良い外筒を得ることができる。

【0072】請求項3記載の排熱発電装置では、熱電変換モジュールの高温端面と内筒の集熱面との間、または、熱電変換モジュールの低温端面と外筒の放熱面との間に緩衝部材を配置したので、熱電変換モジュールの低温端面を外筒の放熱面の内側、または、熱電変換モジュールの高温端面を内筒の集熱面の外側に確実に密着させることができ、熱の伝導効率を確実に向上することができる。

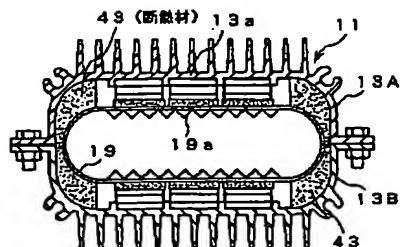
【0073】また、熱電変換モジュールの高温端面と内筒の集熱面との間、または、熱電変換モジュールの低温端面と外筒の放熱面との間に緩衝部材を配置したので、内筒と外筒との間に生じる熱変形を確実に緩衝することができ、熱電変換モジュールの破損を確実に防止することができる。請求項4記載の排熱発電装置では、内筒の集熱面を除く内周面と外筒の放熱面を除く外周面との間に断熱材を収容したので、内筒の内側と外筒の外側とを確実に断熱することができ、排ガスの熱エネルギーを確実に有効利用することができる。

【0074】請求項5記載の排熱発電装置では、外筒を放熱面が対向する方向に分割したので、複数の熱電変換モジュールを外筒と内筒との間に容易に配置することができ、組立作業の工数を確実に低減することができる。請求項6記載の排熱発電装置では、内筒の集熱面の内側に集熱フィン21を設けたので、熱電変換モジュールの高温端面と低温端面との間に作用する温度勾配を確実に大きくすることができ、熱電変換モジュールの熱起電力を確実に大きくすることができる。

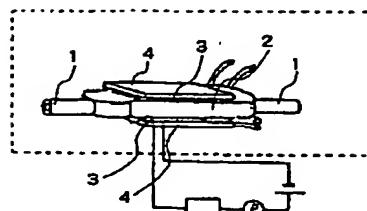
【0075】請求項7記載の排熱発電装置では、内筒を自動車のエンジンの排気管に外筒の放熱フィンが自動車の走行方向に沿うように介装したので、放熱フィンに吹き付けられる走行風により確実に放熱することができる。



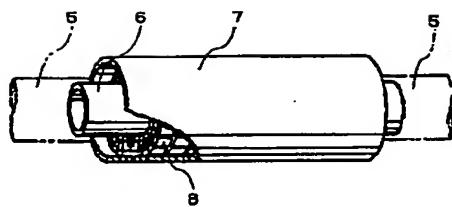
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 篠原 和彦  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 櫛引 圭子  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内